



PTO/SB/21 (08-03)

Approved for use through 08/30/2003. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

**TRANSMITTAL
FORM**

(to be used for all correspondence after initial filing)

Application Number 10/758,651

Filing Date January 15, 2004

First Named Inventor Asselbergs

Art Unit N/A

Examiner Name N/A

Attorney Docket Number FNL0301US

Total Number of Pages in This Submission

ENCLOSURES (Check all that apply)

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form | <input type="checkbox"/> Drawing(s) | <input type="checkbox"/> After Allowance communication to Technology Center (TC) |
| <input type="checkbox"/> Fee Attached | <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers | <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences |
| <input type="checkbox"/> Amendment/Reply | <input type="checkbox"/> Petition | <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) |
| <input type="checkbox"/> After Final | <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application | <input type="checkbox"/> Proprietary Information |
| <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) | <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation | <input type="checkbox"/> Status Letter |
| <input type="checkbox"/> Extension of Time Request | <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address | <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): |
| <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request | <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer | |
| <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement | <input type="checkbox"/> Request for Refund | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) | <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____ | |
| <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application | Remarks | |
| <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53 | | |

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name	Michael O. Scheinberg
Signature	<i>Michael O. Scheinberg</i>
Date	April 27, 2004

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Typed or printed name	Margarita Marquez-Escalona
-----------------------	----------------------------

Signature	<i>Margarita Marquez-Escalona</i>	Date	April 27, 2004
-----------	-----------------------------------	------	----------------

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 17 januari 2003 onder nummer 1022426,
ten name van:

FEI COMPANY

te Hillsboro, Oregon, Verenigde Staten van Amerika

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het vervaardigen en transmissief bestralen van een preparaat alsmede deeltjes
optisch systeem",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

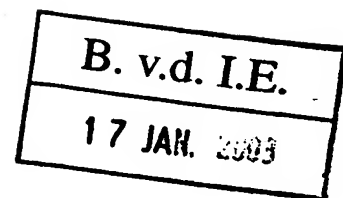
Rijswijk, 12 februari 2004

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,
voor deze,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M.M. Enhus'.

Mw. M.M. Enhus

10 224 26



U I T T R E K S E L

De uitvinding verschaft een werkwijze voor het vervaardigen en transmissief bestralen van een preparaat omvattende de stappen van

- A het verschaffen van een deeltjes optisch systeem geschikt voor het binnen een lage druk kamer ervan opwekken van een elektronenbundel en van een daarmee kruisende ionenbundel,
- B het verschaffen van een monster binnen de kamer gedragen door een manipulator,
- C het middels bestraling van het monster met de ionenbundel lossnijden van een preparaat uit het monster,
- D het relatief verplaatsen van het losgesneden preparaat naar een manipuleerbare preparaathouder,
- E het verbinden van het preparaat met de preparaathouder,
- F het transmissief met een elektronenbundel bestralen van het met de preparaathouder verbonden preparaat,

gekenmerkt doordat stap F plaatsvindt in de lage druk kamer van het deeltjes optisch systeem volgens stap A.

De uitvinding verschaft verder een deeltjes optisch systeem.

Korte aanduiding: Werkwijze voor het vervaardigen en transmissief bestralen van een preparaat alsmede deeltjes optisch systeem.

5 BESCHRIJVING

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen en transmissief bestralen van een preparaat omvattende de stappen van

- 10 A het verschaffen van een deeltjes optisch systeem geschikt voor het binnen een lage druk kamer ervan opwekken van een elektronenbundel en van een daarmee kruisende ionenbundel,
- B het verschaffen van een monster binnen de kamer gedragen door een manipulator,
- C het middels bestraling van het monster met de ionenbundel
- 15 lossnijden van een preparaat uit het monster,
- D het relatief verplaatsen van het losgesneden preparaat naar een manipuleerbare preparaathouder,
- E het verbinden van het preparaat met de preparaathouder,
- F het transmissief met een elektronenbundel bestralen van het
- 20 met de preparaathouder verbonden preparaat.

In het vakgebied van de elektronenmicroscopie kan men grofweg onderscheid maken tussen scannende elektronenmicroscopen (SEM) en transmissieve elektronenmicroscopen (TEM). Beide technologieën kennen hun eigen specifieke voordelen en nadelen die tevens hun specifieke

25 toepassingsgebieden bepalen. Een belangrijke overeenkomst wordt gevormd door het feit dat bij beide technologieën er sprake is van een elektronenbundel die binnen een lage drukkamer vanwege een opgewekte versnelspanning wordt gericht op een te onderzoeken object. Een typische versnelspanning voor een SEM bedraagt 30 kV terwijl een typische

30 versnelspanning voor een TEM 300 kV bedraagt. Deze hogere versnelspanning voor een TEM is noodzakelijk teneinde te bewerkstelligen dat elektronen

van de elektronenbundel ten minste ten dele door het te onderzoeken object heen stralen. Hiertoe is het tevens noodzakelijk dat een door een TEM te onderzoeken object een bepaalde maximale dikte heeft normaliter rond de 100 nm. Vanwege de verschillen die bestaan tussen de SEM-
5 technologie en de TEM-technologie kan men constateren dat SEMs de meeste toepassing vindt mede vanwege de lagere prijs ervan terwijl TEMs verhoudingsgewijs minder toepassing vindt mede vanwege het hoger opgeleide personeel dat voor de bediening ervan is vereist en de reeds aangehaalde speciale preparatie van een te onderzoeken object.

10 Tevens valt te constateren dat de SEM- en de TEM-technologie naar elkaar toe groeien. Een goed voorbeeld hiervan vormt de zogenaamde scannende transmissieve elektronenmicroscopie (STEM) waarbij in een SEM-omgeving (gekenmerkt door een relatief lage versnelspanning), onder een preparaat een elektronen detectieplaat wordt aangebracht
15 waarmee het mogelijk is om een beeld te krijgen van het preparaat. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het feit dat de mate van afbuiging die een elektron ondergaat tijdens het doorstralen van een preparaat afhankelijk is van de massa van de elementen die een elektron tijdens het doorstralen passeert. Het hierdoor veroorzaakte contrastmechanisme
20 genereert het beeld van het preparaat. In dit verband wordt gewezen op Amerikaans octrooi US-B1-6 376 839.

Een werkwijze volgens de aanhef is bekend uit de Europese octrooiaanvraag EP 927880 A1 waarin in eerste instantie een uitgebreide uiteenzetting wordt gegeven van de wijzen waarop een object geschikt kan
25 worden gemaakt voor bestudering met een TEM. Hiertoe dient het object in de vorm van een TEM-preparaat te zijn met een bepaalde maximale dikte ter grootte van ongeveer 100 nanometer. Als vijfde uitvoeringsvorm wordt in de genoemde Europese octrooiaanvraag volgens de stand van de techniek een werkwijze en bijbehorende inrichting beschreven voor het vervaardigen van
30 een TEM-preparaat. Kortweg komt dit TEM-preparaat tot stand door het in een vacuümkamer bestralen van een object met een ionenbundel waardoor een

dun deel van dit object wordt losgesneden. Middels een sonde aan de punt waarvan middels metaaldepositie het losgesneden deel wordt verbonden wordt het losgesneden deel weggenomen van het object waaruit deze is losgesneden en overgebracht naar een TEM-preparaathouder. In deze TEM-preparaathouder wordt het losgesneden deel dat beschouwd kan worden als het TEM-preparaat in ruwe vorm, nog verder verdund middels verdere bestraling door een ionenbundel totdat de gewenste dikte ervan is bereikt. Na deze preparatie wordt de TEM-preparaathouder met daarmee verbonden het TEM-preparaat uit de vacuümkamer genomen waartoe bijvoorbeeld een sluiskamer kan zijn voorzien. In een volgende stap wordt de TEM-preparaathouder met het TEM-preparaat in de vacuümkamer van een TEM gebracht ten einde daar nader te worden onderzocht door doorstraling van het TEM-preparaat met een elektronenbundel.

Een belangrijk nadeel van de bovenbeschreven werkwijze en inrichting volgens de stand van de techniek is dat na preparatie het preparaat aan de buitenlucht wordt blootgesteld waardoor bijvoorbeeld ongewenste oxidatie van het preparaat kan plaatsvinden.

De uitvinding beoogt om voor de beschreven nadelen van de stand van de techniek al dan niet in voorkeursuitvoeringsvormen ervan een aanmerkelijke verbetering te verschaffen. Meer in het bijzonder beoogt de uitvinding een werkwijze te verschaffen die het eenvoudiger maakt om TEM-achtige technieken zoals de STEM-technologie, toe te passen in een SEM-omgeving waarbij de verschillende handelingen kunnen worden uitgevoerd door personeel dat lager is opgeleid dan het personeel dat tot dusver TEM-apparatuur bediend. Hierbij wordt tevens de inschatting gemaakt dat onderzoeken die volgens de stand van de techniek nog veelal worden uitgevoerd met een TEM in een groot aantal gevallen ook uitgevoerd zouden kunnen worden met een SEM-microscop mits voorzien van de juiste opties met alle voordelen van dien.

In het licht van bovenstaande kenmerkt de werkwijze volgens de uitvinding zich in eerste instantie doordat stap F plaatsvindt in de

lage druk kamer van het deeltjes optisch systeem volgens stap A. Het enorme voordeel dat hierdoor wordt bereikt is dat het niet meer noodzakelijk is om het preparaat na de preparatie ervan hetzij bloot te stellen aan een nadelige atmosfeer, hetzij door gebruikmaking van daartoe
5 bestemde complexe overdrachtsmiddelen, het preparaat van de lage drukkamer alwaar preparatie heeft plaatsgevonden over te brengen naar een kamer van een ander deeltjes optisch systeem voor de transmissieve bestraling aldaar van het preparaat met een elektronenbundel.

De voordelen van de uitvinding worden met name bereikt
10 indien tijdens stap F aan de tegenover de elektronenbundel gelegen zijde van het preparaat een elektronen detectieoppervlak wordt gepositioneerd. Een dergelijk elektronen detectieoppervlak kan deel uitmaken van STEM-apparatuur.

Een verdere voorkeursuitvoeringsvorm van de werkwijze
15 volgens de uitvinding wordt verkregen indien na uitvoering van stap E het preparaat met de ionenbundel wordt bestraald voor het nabewerken van het preparaat. Dit nabewerken zal er in de praktijk met name uit bestaan dat de dikte van het preparaat wordt geoptimaliseerd.

Teneinde loodrechte bestraling van het preparaat in de
20 preparaathouder door zowel de elektronenbundel als de ionenbundel die een hoek met elkaar maken mogelijk te maken heeft het de voorkeur dat na uitvoering van stap E de preparaathouder om een rotatie-as die zich loodrecht op de elektronenbundel en op de ionenbundel uitstrekt wordt geroteerd.

25 Genoemde rotatie-as strekt zich bij voorkeur uit door het kruispunt van de elektronenbundel en de ionenbundel aangezien in dat geval geen continue focussing van de elektronenbundel en/of de ionenbundel na of tijdens rotatie noodzakelijk is.

Teneinde bestraling door met name de elektronenbundel en
30 eventueel ook de ionenbundel aan weerszijden van een preparaat mogelijk te maken vindt rotatie om de rotatie-as eventueel in combinatie met

rotatie om een manipulatorrotatie-as die zich parallel uitstrekt aan de rotatie-as over tenminste 180 graden plaats.

De uitvinding heeft verder betrekking op een deeltjes optisch systeem met name voor toepassing bij een werkwijze volgens de uitvinding zoals bovenstaand beschreven. Overeenkomstig de stand van de techniek zoals deze wordt gevormd door de Europese aanvraag EP 927880 A1, meer specifiek de vijfde uitvoeringsvorm die daarin wordt beschreven, omvat het deeltjes optisch systeem een lage druk kamer met daarin manipulatiemiddelen voor tenminste twee te bestralen objecten, een elektronenbron en een ionenbron voor het daarvandaan bestralen van een door de manipulatiemiddelen gedragen object respectievelijk met een elektronenbundel en een ionenbundel, de manipulatiemiddelen omvattende een aantal ten opzichte van elkaar en gezamenlijk ten opzichte van de elektronenbundel en van de ionenbundel volgens een eerste groep vrijheidsgraden beweegbare eerste manipulatiemiddelen waarvan een uiterste eerste manipulatiedeel een eerste objectdrager omvat voor het in een eerste positie van de manipulatiemiddelen reflectief met een elektronenbundel en/of voor het in de eerste positie van de manipulatiemiddelen met een ionenbundel bestralen van een eerste object gedragen door de eerste objectdrager, de manipulatiemiddelen verder omvattende tenminste één tweede manipulatiedeel omvattende een tweede objectdrager, het systeem verder omvattende verplaatsingsmiddelen voor het relatief verplaatsen van een object van de eerste objectdrager naar de tweede objectdrager.

Bij het systeem volgens de vijfde uitvoeringsvorm beschreven in EP 927880 A1 maakt een manipulator, die in vaktermen ook wel wordt aangeduid met de term "stage", deel uit van de manipulatiemiddelen. Uit een wafer of een los stuk daarvan die gedragen wordt door de manipulator kan middels een ionenbundel een TEM-preparaat worden losgesneden die vervolgens middels een sonde kan worden verplaatst naar een TEM-preparaathouder die losmaakbaar is verbonden met de stage aan de rand van het bereik van de stage maar binnen het gebied van de

elektronenbundel en de ionenbundel. Zoals reeds omschreven wordt de TEM-preparaathouder buiten de desbetreffende vacuümkamer gebracht teneinde in een ander deeltjes optisch systeem te worden onderzocht. De hiermee verbonden nadelen zijn bovenstaand reeds omschreven. Behalve een
5 werkwijze beoogt de uitvinding tevens een deeltjes optisch systeem te verschaffen waarmee deze nadelen kunnen worden overwonnen. Hiertoe kenmerkt het systeem volgens de uitvinding zich in eerste instantie doordat de manipulatiemiddelen zijn ingericht voor het in een tweede positie van de manipulatiemiddelen transmissief of reflectief met een
10 elektronenbundel en/of voor het in de tweede positie met een ionenbundel bestralen van een tweede object gedragen door de tweede objectdrager. Door deze specifieke wijze van inrichting van de manipulatiemiddelen overeenkomstig de uitvinding is het mogelijk om binnen dezelfde vacuümkamer in een eerste positie van de manipulatiemiddelen een
15 preparaat te vervaardigen en in een tweede positie van de manipulatiemiddelen dit preparaat (eventueel na nabewerking daarvan in de tweede positie) middels een deeltjesbundel te onderzoeken. De hieraan gerelateerde voordelen zijn voorgaand reeds besproken.

Teneinde een grotere vrijheid te hebben ten aanzien van de
20 hoek waaronder de desbetreffende deeltjesbundel is gericht naar het preparaat geniet het de voorkeur dat het tweede manipulatiedeel ten opzichte van de elektronenbundel en van de ionenbundel alsmede ten opzichte van een resterend deel van de manipulatiemiddelen volgens tenminste één verdere vrijheidsgraad beweegbaar is.

25 Een zeer voordelige uitvoeringsvorm daarvan wordt verkregen indien de tenminste ene verdere vrijheidsgraad een rotatie om een rotatie-as die zich loodrecht op de elektronenbundel en op de ionenbundel uitstrekt betreft, verder bij voorkeur indien de rotatie om de rotatie-as eventueel in combinatie met rotatie om een manipulatorrotatie-as die zich
30 parallel uitstrekt aan de rotatie-as over tenminste 180 graden kan plaatsvinden en nog verder bij voorkeur indien de rotatie-as zich

uitstrekt door het kruispunt van de elektronen-bundel en de ionenbundel. De specifieke voordelen van dergelijke voorkeursuitvoeringsvormen zijn bovenstaand reeds toegelicht aan de hand van de corresponderende voorkeursuitvoeringsvormen van de werkwijze volgens de uitvinding.

5 Een bijzonder voordelige voorkeursuitvoeringsvorm wordt verkregen indien de beweging volgens de tenminste ene verdere vrijheidsgraad slechts plaats kan vinden in combinatie met een beweging volgens één vrijheidsgraad van de eerste groep vrijheidsgraden. Deze voorkeursuitvoeringsvorm is gebaseerd op het inzicht dat het niet nadelig
10 is om gelijktijdig een beweging volgens de ten minste ene verdere vrijheidsgraad en een beweging volgens één vrijheidsgraad van de eerste groep vrijheidsgraden plaats te laten vinden aangezien op één bepaald moment slechts hetzij een eerste object gedragen door de eerste objectdrager, hetzij een tweede object gedragen door de tweede objectdrager kan
15 worden bestraald met een deeltjesbundel. Dit biedt als belangrijk voordeel dat de uitvoeringsvorm van de manipulatiemiddelen eenvoudig kan blijven doordat het niet noodzakelijk is om separate voorzieningen te treffen voor het onafhankelijk van elkaar kunnen bedienen van de bewegingen volgens de ten minste ene verder vrijheidsgraad en volgens één
20 vrijheidsgraad van de eerste groep vrijheidsgraden. Dit betekent dat het in beginsel ook relatief eenvoudig mogelijk is om een tweede manipulatie-deel die volgens ten minste een verdere vrijheidsgraad buigbaar is ten opzichte van de elektronenbundel en de ionenbundel alsmede ten opzichte van het resterend deel van de manipulatiemiddelen aan de stage toe te
25 voegen.

 Zoals reeds toegelicht in verband met een corresponderende voorkeursuitvoeringsvorm van een werkwijze volgens de uitvinding kenmerkt een voorkeursuitvoeringsvorm van het systeem volgens de uitvinding zich doordat het systeem een elektronen detectie oppervlak omvat aan de
30 tegenover de elektronenbundel gelegen zijde van het tweede object gedragen door de tweede objectdrager.

Uit constructief oogpunt geniet het verder de voorkeur dat het elektronen detectie oppervlak in de richting die zich uitstrekt tussen de eerste positie en de tweede positie van de manipulatiemiddelen, gezamenlijk met de manipulatiemiddelen beweegbaar is doordat hierbij ten
5 behoefte van de gezamenlijke beweging geen separate voorzieningen getroffen hoeven te worden. Hierdoor is het bijvoorbeeld mogelijk het elektronen detectie oppervlak op een geschikte en bovendien eenvoudige wijze toe te voegen aan een bestaande manipulator.

Bovenbeschreven voorkeursuitvoeringsvorm sluit overigens
10 niet uit dat, overeenkomstig een verdere voorkeursuitvoeringsvorm, het elektronen detectie oppervlak en de manipulatiemiddelen in de richting die zich uitstrekt tussen de eerste positie en de tweede positie van de manipulatiemiddelen onafhankelijk van elkaar beweegbaar zijn waardoor een optimale vrijheid ten aanzien van de onderlinge positionering wordt
15 verkregen.

Volgens een voordelige voorkeursuitvoeringsvorm hiertoe beweegt het elektronen detectie oppervlak vanwege de werkzaamheid van veermiddelen mee met de manipulatiemiddelen van de eerste positie naar de tweede positie en beweegt het elektronen detectie oppervlak vanwege
20 aanslag tussen de manipulatiemiddelen en een vast met het elektronen detectie oppervlak verbonden deel van de tweede positie naar de eerste positie met de manipulatiemiddelen mee.

Teneinde in de tweede positie van de manipulatiemiddelen ook nog enige onderlinge beweging tussen het elektronen detectie
25 oppervlak en het tweede manipulatiedeel, meer specifiek de tweede objectdrager ervan met daarin het tweede object, mogelijk te maken is het verder voordelig indien in de tweede positie van de manipulatiemiddelen er sprake is van een spelingsruimte tussen de manipulatiemiddelen en het vast met het elektronen detectie oppervlak verbonden deel. Navolgend zal
30 de uitvinding nader worden toegelicht aan de hand van de beschrijving van een voorkeursuitvoeringsvorm van de uitvinding. Hierbij wordt verwezen

naar de navolgende figuren:

figuur 1 toont in isometrisch aanzicht een manipulator voor toepassing bij een werkwijze of systeem volgens de uitvinding;

5 figuren 2a tot en met 2c tonen in perspectivisch aanzicht drie verschillende standen van een tafel voor een SEM-preparaat en een beugel voor een TEM-preparaathouder;

figuur 3 toont in perspectivisch aanzicht een deel van de TEM-preparaathouder volgens de figuren 2a tot en met 2c alsmede een TEM-schijf;

10 figuur 4 toont in perspectivisch aanzicht een tafel en TEM-preparaathouder volgens de figuren 2a tot en met 2c in combinatie met een elektronen detectie oppervlak ;

de figuren 5a en 5b tonen schematisch in zijaanzicht respectievelijk een eerste stand en een tweede tand van de manipulator volgens figuur 1;

de figuren 6 tot en met 13 tonen schematisch in isometrisch aanzicht achtereenvolgende toestanden bij het losnemen van een preparaat uit een te onderzoeken object;

20 de figuren 14 tot en met 16 en 17b tonen schematisch verdere achtereenvolgende toestanden na het losnemen van het preparaat volgens de figuren 6 tot en met 13 tijdens welke het preparaat wordt vastgemaakt aan een TEM-schijf;

figuur 17a toont een bovenaanzicht van figuur 17b.

25 Figuur 1 toont een manipulator 1 zoals die kan worden toegepast bij een werkwijze en het systeem volgens de uitvinding. De manipulator 1 is opgenomen in een vacuümkamer van een SEM die als uitbreiding op zijn standaard uitvoering is voorzien van middelen voor het genereren van een gefocusseerde ionenbundel die in vaktermen ook wel wordt aangeduid met de term Focussed Ion Beam (FIB). Een aldus
30 uitgevoerde SEM wordt ook wel aangeduid met de term DualBeam System. De elektronenbundel en de ionenbundel snijden elkaar onder een hoek van

circa 52° ter plaatste van een coïncidentiepunt. Door een te onderzoeken object te positioneren in dit coïncidentiepunt kan het te bestuderen object met de ionenbundel worden bewerkt welke bewerkingen in beeld kunnen worden gebracht met behulp van de elektronenbundel. De manipulator dient ervoor om het te bestuderen object op een gewenste wijze te positioneren ten opzichte van de elektronenbundel en de ionenbundel. Hiertoe wordt het te bestuderen object gepositioneerd op een tafel 2 van de manipulator die het uiteinde vormt van een kinematische keten waarmee tafel 2 in vijf vrijheidsgraden (drie loodrechte translaties en twee rotaties) kan worden bewogen. Hiertoe omvat de manipulator 1 een manipulatielichaam 3 dat in twee onderling loodrechte richtingen evenwijdig aan het bovenoppervlak van tafel 2 weergegeven met pijlen 4, 5 in figuur 4 transleerbaar is en bovendien roteerbaar is om translatie-richting 4 volgens gekromde pijl 6 waartoe de manipulator 1 van een niet nader getoond juk is voorzien. Tafel 2 is bovendien in hoogte verstelbaar boven manipulatielichaam 3 volgens pijl 7 loodrecht op het vlak van tafel 2 en roteerbaar volgens gekromde pijl 8 om een as die samenvalt met de hartlijn van de schijfvormige tafel 2.

De manipulator 1 is van het zogenaamde eucentrische type hetgeen overigens binnen het kader van de uitvinding niet noodzakelijk is. Bij eucentrische manipulatoren blijft een door de elektronenbundel en ionenbundel bestraald object in focus tijdens rotatie volgens pijl 6. De manipulator 1 zoals tot dusver beschreven vormt reeds stand van de techniek en is de vakman ook goed bekend zodat een nadere uiteenzetting ervan binnen het kader van de onderhavige uitvinding achterwege kan blijven. Kenmerkend voor de uitvinding is echter dat manipulator 1 behalve tafel 2 tevens voorzieningen 9 omvat voor het positioneren van een TEM-preparaathouder met daarmee verbonden een TEM-preparaat. Specifiek hiervoor is dat deze voorzieningen aan de onderzijde van het TEM-preparaat ruimte moet vrijlaten voor elektronen die het TEM-preparaat doorstralen. Een dergelijke ruimte is niet aanwezig bij tafel 2. De

voorzieningen 9 omvatten een in hoofdzaak Ω -vormige beugel 10 die geschikt is voor het losmaakbaar ermee verbinden van een TEM-preparaathouder 11 die in de figuren 2a tot en met 2c en 4 schematisch is weergegeven. De TEM-preparaathouder 11 omvat een aantal halfronde uitsparingen 12 met langs hun omtrekken een sleuf 13. Deze sleuven 13 maken het mogelijk om in de uitsparingen 12 overeenkomstig gevormde halfronde TEM-schijven 14 klemmend op te nemen. De TEM-schijven 14 zijn zelf ook van een aantal naast elkaar gelegen uitsparingen 15 voorzien aan een deel van de omtreksrand waarvan TEM-preparaten 16 op nog nader te beschrijven wijze met de TEM-schijven 14 zijn verbonden.

Alhoewel niet strikt noodzakelijk binnen het kader van het hoofdaspect van de onderhavige uitvinding maar wel zeer voordelig is de beugel 10 roteerbaar om rotatie-as 17. Rotatie-as 17 is parallel gelegen aan de rotatie-as volgens gekromde pijl 6 zodat door rotatie om zowel rotatie-as 17 als de rotatie-as volgens gekromde pijl 6 een relatief groot gezamenlijk rotatiebereik van meer dan 180° wordt verkregen zodat de TEM-preparaten 16 loodrecht aan weerszijden ervan kunnen worden bestraald door de elektronenbundel. In de onderhavige specifieke uitvoeringsvorm is beugel 10 maximaal om circa 120 graden roteerbaar om rotatie-as 17, terwijl beugel 10 verder kan roteren volgens pijl 6 over een hoek van maximaal 70 graden.

Voor het doen roteren van tafel 2 volgens gekromde pijl 8 is het manipulatielichaam 3 voorzien van een tandwiel 51 dat roteerbaar is om zijn hartlijn door aandrijving door niet nader getoonde aandrijfmiddelen en welk tandwiel 51 deel uitmaakt van een overbrenging tussen de aandrijfmiddelen en de tafel 2 voor rotatie daarvan. Op het zijvlak van tandwiel 51 grijpt op afstand van de hartlijn daarvan een aandrijfstang 52 aan die op afstand van rotatie-as 17 weer aangrijpt op beugel 10 ter plaatse van verwijzingscijfer 53. De verbindingen tussen de aandrijfstang 52 enerzijds en het tandwiel 51 en de beugel 10 anderzijds is dusdanig dat onderlinge rotatie om assen evenwijdig aan rotatie-as 17 plaats

kunnen vinden. Rotatie van tandwiel 51 leidt er aldus toe dat zowel tafel 2 roteert volgens gekromde pijl 8 en dat beugel 10 heen en weer gaand over een rotatiegebied van meer dan 180° roteert om rotatie-as 17. Hierdoor is het niet noodzakelijk dat speciaal voor de rotatie van beugel 10 om rotatie-as 17 aparte overbreng- en aandrijfmiddelen zijn voorzien waardoor beugel 10 in beginsel eenvoudig kan worden toegevoegd aan een bestaande manipulator volgens de stand van de techniek.

De figuren 2a tot en met 2c geven het bovenstaand beschreven principe in een iets andere uitvoeringsvorm nader weer. Hierbij is onder tafel 2 een cirkelvormige evenwijdig aan het bovenoppervlak van tafel 2 lopende groef 54 voorzien. Rondom een groot deel van deze groef 54 is een eindloos overbrengingskoord 55 gespannen die tevens is gespannen om een rondgaande groef in een aandrukrol 56. Deze aandrukrol 56 drukt koord 55 aan tegen het buitenoppervlak van een schijfvormig uiteinde 57 van een TEM-preparaathouder 11 die tengevolge daarvan gezamenlijk met tafel 2 zal gaan roteren om een as die samenvalt met de hartlijn van het schijfvormige uiteinde 57. Hierdoor bestaat er een vaste relatie tussen de hoekstanden van de tafel 2 en de TEM-preparaathouder 11.

Onder de TEM-preparaathouder 11 bevindt zich een STEM-detectorschijf 18 waarmee het mogelijk is om elektronen die door een TEM-preparaat 16 zijn heen gestraald waar te nemen. De afbuiging die deze elektronen tijdens deze doorstraling ondergaan is een maat voor de massa van de chemische elementen van het TEM-preparaat en geven hier aldus informatie over. De STEM-technologie is de vakman reeds bekend en behoeft hier geen verdere uitleg. De STEM-detectorschijf 18 wordt gedragen door een samengestelde draagarm 19 die langs geleiding 20 verschuifbaar is in de richting van dubbele pijl 21 die zich parallel uitstrekt aan de richting volgens pijl 5. Alhoewel de draagarm 19 geacht wordt deel uit te maken van manipulator 1 is zij niet star met manipulatielichaam 3 ervan verbonden zodat in beginsel onderlinge beweging tussen het manipulatie-

lichaam 3 en de draagarm 19 mogelijk is.

Ter toelichting wordt hiertoe verwezen naar de schematische figuren 5a en 5b. In figuur 5a bevindt de manipulator 1 zich in een eerste positie waarbij het coïncidentiepunt tussen de elektronenbundel 22 en de ionenbundel 23 gelegen is vlak boven tafel 2, daar waar een door de elektronenbundel 22 en de ionenbundel 23 te bestralen object op de tafel 2 zal worden gepositioneerd. Zoals nog nader zal worden toegelicht aan de hand van de figuren 6 tot en met 13 is het in deze eerste positie van de manipulatiemiddelen 1 mogelijk om een (ruw) TEM-preparaat 16 met behulp van de ionenbundel 23 los te snijden uit zijn omgeving die wordt gevormd door het resterende deel van het op de tafel 2 gedragen object. In de eerste positie ligt een aanslagdeel 24 van draagarm 19 vanwege de werkzaamheid van drukveer 25 aan tegen een aanslagdeel 26 van manipulatielichaam 3. Nadat het met de ionenbundel 23 losgesneden (ruwe) TEM-preparaat volledig is vrijgenomen uit zijn omgeving verplaatst de manipulator 1 zich naar de tweede positie volgens figuur 5b. Tijdens deze verplaatsing bewegen het manipulatielichaam 3 en de draagarm 19 in eerste instantie gezamenlijk met elkaar doordat drukveer 25 aanslagdeel 24 tegen aanslagdeel 26 forceert. Nabij het bereiken van de tweede positie van figuur 5b echter slaat een verder aanslagdeel 27 van draagarm 19 aan tegen een vast aanslagdeel 28 dat weliswaar deel kan uitmaken van manipulator 1 maar vanwege zijn kinematische positie niet meebeweegt met het manipulatielichaam 3 ervan. Hierdoor ontstaat tussen de aanslagdelen 24 en 26 een zekere speling 29 die het mogelijk maakt door beperkte verplaatsing van manipulatielichaam 3 in de richting volgens pijl 5 of in een richting tegengesteld daaraan de TEM-preparaathouder 11 met logischerwijs de diverse TEM-preparaten 16 en de STEM-dectorschijf 18 onderling op een gewenste wijze te positioneren.

Aan de hand van de figuren 6 tot en met 17b wordt navolgend beschreven hoe het deeltjes optische systeem waarvan manipulator 1 deel uitmaakt kan worden toegepast. Uitgangspunt is een stuk materiaal 30 dat

op tafel 2 wordt gedragen. Met behulp van een ionenbundel 23 worden achtereenvolgens een aantal loodrechte snijvlakken 31, 32 en scheve snijvlakken 33, 34 gemaakt. De respectievelijke bovenste snijranden 35, 36, 37, 38 ervan strekken zich evenwijdig aan elkaar uit. De scheve snijvlakken 33, 34 strekken zich voorbij respectievelijk de loodrechte snijvlakken 31, 32 uit en ontmoeten elkaar tussen de loodrechte snijvlakken 31, 32. Vervolgens wordt langs één zijde van de snijvlakken 31, 32, 33, 34 een loodrecht snijvlak 39 met een ionenbundel 23 aangebracht waarvan de bovenste snijrand 40 zich loodrecht uitstrekt op de bovenste snijranden 35, 36, 37, 38. Tevens worden aan de tegenover gelegen zijden van de snijvlakken 31, 32, 33, 34 tussen respectievelijk snijvlak 31 en 33 en tussen snijvlak 32 en 34 respectievelijk loodrechte snijvlakken 41, 42 met respectievelijk bovenste snijranden 43, 44 aangebracht (figuur 10). Vervolgens wordt een sonde 45, die in figuur 11 en volgende transparant is weergegeven middels metaaldepositie verbonden met materiaal 30 en wel aan de zijde van snijrand 40 tussen de snijranden 35 en 36. De hiervoor benodigde technologie is de vakman bekend bijvoorbeeld uit de Europese octrooiaanvraag EP 927880 A1 en behoeft hier derhalve geen verdere toelichting. Nadat deze verbinding tot stand is gekomen wordt een laatste loodrecht snijvlak 46 met bovenste snijrand 47 met een ionenbundel 23 vervaardigd welk snijvlak 46 de snijvlakken 41 en 42 met elkaar verbindt. Hierdoor komt het deel van het materiaal 30 dat in hoofdzaak gelegen is tussen de snijvlakken 31 en 32 los van zijn omgeving en kan worden beschouwd als (een ruwe vorm van) een TEM-preparaat 16. Dit TEM-preparaat 16 wordt met behulp van de sonde 45 uit het materiaal 30 geheven waarna manipulator 1 zich van de eerste positie verplaatst naar de tweede positie zoals eerder uiteengezet aan de hand van de schematische figuren 5a en 5b. Hierdoor wordt de TEM-preparaat-houder 11 met daarin klemmend opgenomen de TEM-schijven 14 ongeveer op de ruimtelijke positie te liggen waar in de eerste positie van de manipulator 1 de tafel 2 ervan was gelegen. In deze tweede positie

beweegt de sonde 45 het TEM-preparaat 16 tegen de omtreksrand van één van de uitsparingen 15 in één van de TEM-schijven 14 (figuren 14 en 15). Middels metaaldepositie wordt het TEM-preparaat 16 verbonden met deze omtreksrand waarna een uiterste deel 48 van TEM-preparaat 16 alwaar sonde 5 45 met het TEM-preparaat 16 is verbonden wordt losgesneden (figuur 16). Indien het TEM-preparaat 16 aan de vereisten voldoet om met behulp van de STEM-detectorschijf 18 nader te worden onderzocht kan dit onderzoek direct na de voorgaand beschreven bewerkingen plaatsvinden. Indien echter dit niet het geval zou zijn is het in aanvulling nog mogelijk om het TEM- 10 preparaat 16 in verbonden toestand met TEM-schijf 14 nader te bewerken, met name door deze te bestralen met een ionenbundel 23 te verdunnen zoals bijvoorbeeld is weergegeven in de figuren 17a en 17b waarbij aan weerszijden van het TEM-preparaat 16 materiaal ter plaatse van de verwijzingscijfers 48 en 49 wordt weggenomen waardoor een verder verdund 15 deel 50 daartussen ontstaat voor doorstraling met een elektronenbundel 22.

Een belangrijk voordeel dat wordt bereikt dankzij de uitvinding waarvan bovenstaand een mogelijke, niet beperkende, uitvoeringsvorm is beschreven, is gelegen in het feit dat preparatie van 20 een TEM-preparaat 16 en het (transmissief) bestralen van het TEM-preparaat 16 met een elektronenbundel 22 binnen één en dezelfde vacuümkamer kan plaatsvinden waardoor enerzijds de kwaliteit van het onderzoek in zijn algemeenheid zal toenemen terwijl bovendien verhoudingsgewijs weinig tijd met een dergelijk onderzoek is gemoeid dat 25 bovendien door personeel kan worden uitgevoerd dat lager is geschoold dan het personeel dat normaliter een TEM bediend. Dit sluit overigens niet uit dat de werkwijze en het systeem volgens de uitvinding zouden kunnen worden toegepast om TEM-preparaten te vervaardigen die op een conventionele wijze in een TEM kunnen worden bestudeerd.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het vervaardigen en transmissief bestralen van een preparaat omvattende de stappen van
 - 5 A het verschaffen van een deeltjes optisch systeem geschikt voor het binnen een lage druk kamer ervan opwekken van een elektronenbundel en van een daarmee kruisende ionenbundel,
 - B het verschaffen van een monster binnen de kamer gedragen door een manipulator,
 - 10 C het middels bestraling van het monster met de ionenbundel lossnijden van een preparaat uit het monster,
 - D het relatief verplaatsen van het losgesneden preparaat naar een manipuleerbare preparaathouder,
 - E het verbinden van het preparaat met de preparaathouder,
 - 15 F het transmissief met een elektronenbundel bestralen van het met de preparaathouder verbonden preparaat,

gekenmerkt doordat stap F plaatsvindt in de lage druk kamer van het deeltjes optisch systeem volgens stap A.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, gekenmerkt, door het tijdens
 - 20 stap F aan de tegen over de elektronenbundel gelegen zijde van het preparaat positioneren van een elektronen detectie oppervlak.
3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, gekenmerkt door het na uitvoering van stap E bestralen van het preparaat met de ionenbundel voor het nabewerken van het preparaat.
- 25 4. Werkwijze volgens conclusie 1, 2 of 3, gekenmerkt door het na uitvoering van stap E roteren van de preparaathouder om een rotatie-as die zich loodrecht op de elektronenbundel en op de ionenbundel uitstrekt.
5. Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de rotatie-as zich uitstrekt door het kruispunt van de elektronenbundel en
 - 30 de ionenbundel.
6. Werkwijze volgens conclusie 4 of 5, met het kenmerk, dat

rotatie om de rotatie-as eventueel in combinatie met rotatie om een manipulatorrotatie-as die zich parallel uitstrekt aan de rotatie-as over tenminste 180 graden plaatsvindt.

7. Deeltjes optisch systeem met name voor toepassing bij een
5 werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies omvattende een lage
druk kamer met daarin manipulatiemiddelen voor tenminste twee te
bestralen objecten, een elektronenbron en een ionenbron voor het
daarvandaan bestralen van een door de manipulatiemiddelen gedragen object
respectievelijk met een elektronenbundel en een ionenbundel, de
10 manipulatiemiddelen omvattende een aantal ten opzichte van elkaar en
gezamenlijk ten opzichte van de elektronenbundel en van de ionenbundel
volgens een eerste groep vrijheidsgraden beweegbare eerste manipulatie-
delen waarvan een uiterste eerste manipulatiedeel een eerste objectdrager
omvat voor het in een eerste positie van de manipulatiemiddelen
15 reflectief met een elektronenbundel en/of voor het in de eerste positie
van de manipulatiemiddelen met een ionenbundel bestralen van een eerste
object gedragen door de eerste objectdrager, de manipulatiemiddelen
verder omvattende tenminste één tweede manipulatiedeel omvattende een
tweede objectdrager, het systeem verder omvattende verplaatsingsmiddelen
20 voor het relatief verplaatsen van een object van de eerste objectdrager
naar de tweede objectdrager, met het kenmerk, dat de manipulatiemiddelen
zijn ingericht voor het in een tweede positie van de manipulatiemiddelen
transmissief of reflectief met een elektronenbundel en/of voor het in de
tweede positie met een ionenbundel bestralen van een tweede object
25 gedragen door de tweede objectdrager.

8. Systeem volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat het
tweede manipulatiedeel ten opzichte van de elektronenbundel en van de
ionenbundel alsmede ten opzichte van een resterend deel van de
manipulatiemiddelen volgens tenminste één verdere vrijheidsgraad
30 beweegbaar is.

9. Systeem volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de

tenminste ene verdere vrijheidsgraad een rotatie om een rotatie-as die zich loodrecht op de elektronenbundel en op de ionenbundel uitstrekt betreft.

5 10. Systeem volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de rotatie om de rotatie-as eventueel in combinatie met rotatie om een manipulatorrotatie-as die zich parallel uitstrekt aan de rotatie-as over tenminste 180 graden kan plaatsvinden.

10 11. Systeem volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat de rotatie-as zich uitstrekt door het kruispunt van de elektronenbundel en de ionenbundel.

12. Systeem volgens conclusie 8, 9, 10 of 11, met het kenmerk, dat de beweging volgens de tenminste ene verdere vrijheidsgraad slechts plaats kan vinden in combinatie met een beweging volgens één vrijheidsgraad van de eerste groep vrijheidsgraden.

15 13. Systeem volgens één van de conclusies 7 tot en met 12, met het kenmerk, dat het systeem een elektronen detectie oppervlak omvat aan de tegenover de elektronenbundel gelegen zijde van het tweede object gedragen door de tweede objectdrager.

20 14. Systeem volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat het elektronen detectie oppervlak in de richting die zich uitstrekt tussen de eerste positie en de tweede positie van de manipulatiemiddelen, gezamenlijk met de manipulatiemiddelen beweegbaar is.

25 15. Systeem volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat het elektronen detectie oppervlak en de manipulatiemiddelen in de richting die zich uitstrekt tussen de eerste positie en de tweede positie van de manipulatiemiddelen onafhankelijk van elkaar beweegbaar zijn.

30 16. Systeem volgens conclusie 14 of 15, met het kenmerk, dat het elektronen detectie oppervlak vanwege de werkzaamheid van veermiddelen met de manipulatiemiddelen van de eerste positie naar de tweede positie meebeweegt en het elektronen detectie oppervlak vanwege aanslag tussen de manipulatiemiddelen en een vast met het elektronen

detectie oppervlak verbonden deel met de manipulatiemiddelen van de tweede positie naar de eerste positie meebeweegt.

17. Systeem volgens conclusie 16, met het kenmerk, dat in de tweede positie van de manipulatiemiddelen er sprake is van een spelingsruimte tussen de manipulatiemiddelen en het vast met het elektronen detectie oppervlak verbonden deel.

5

10

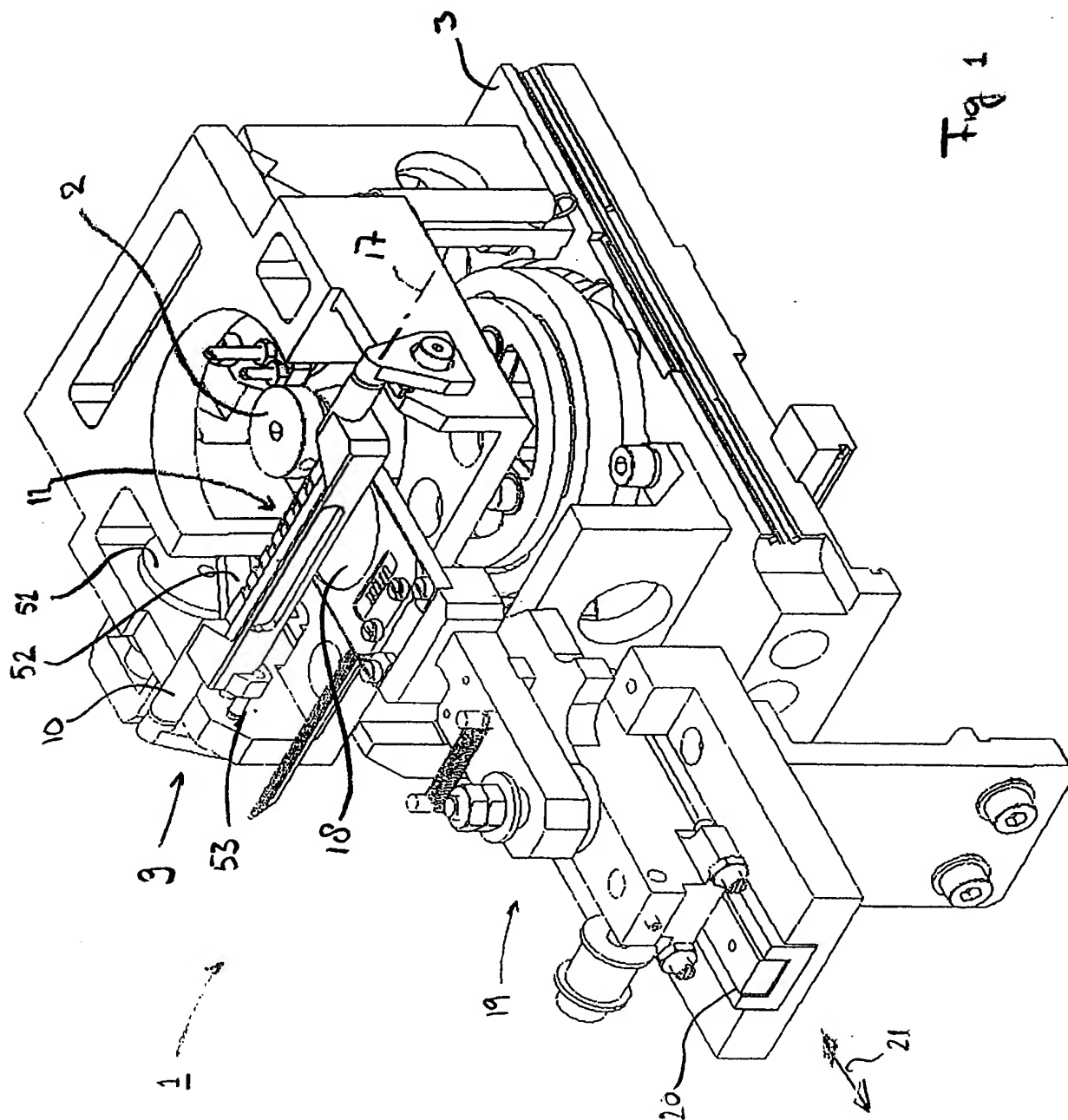
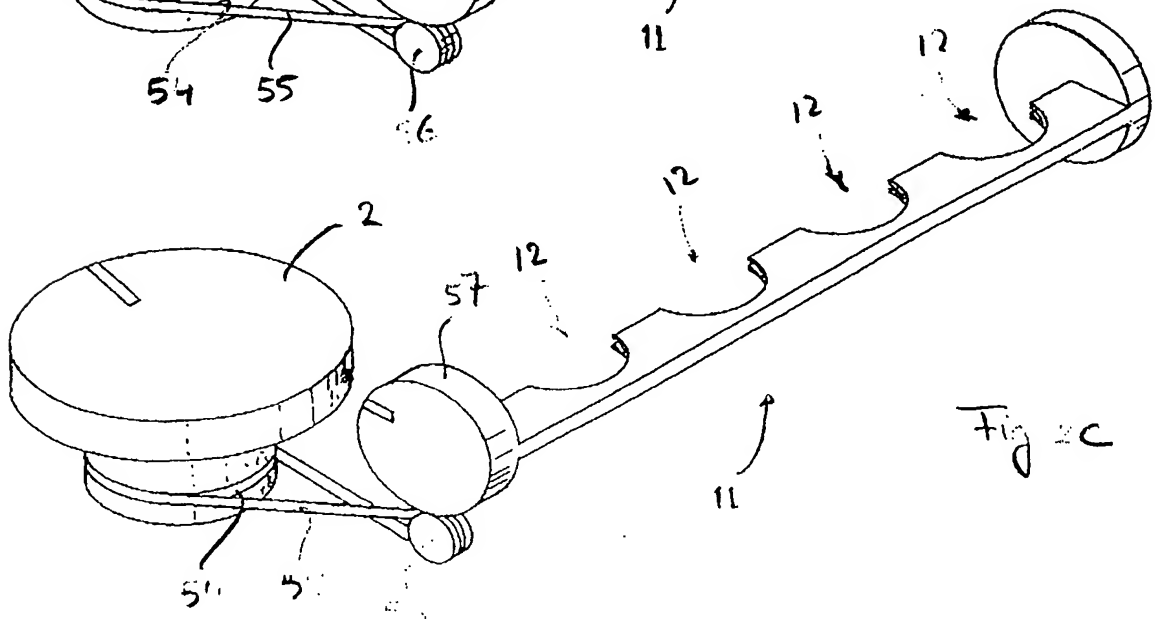
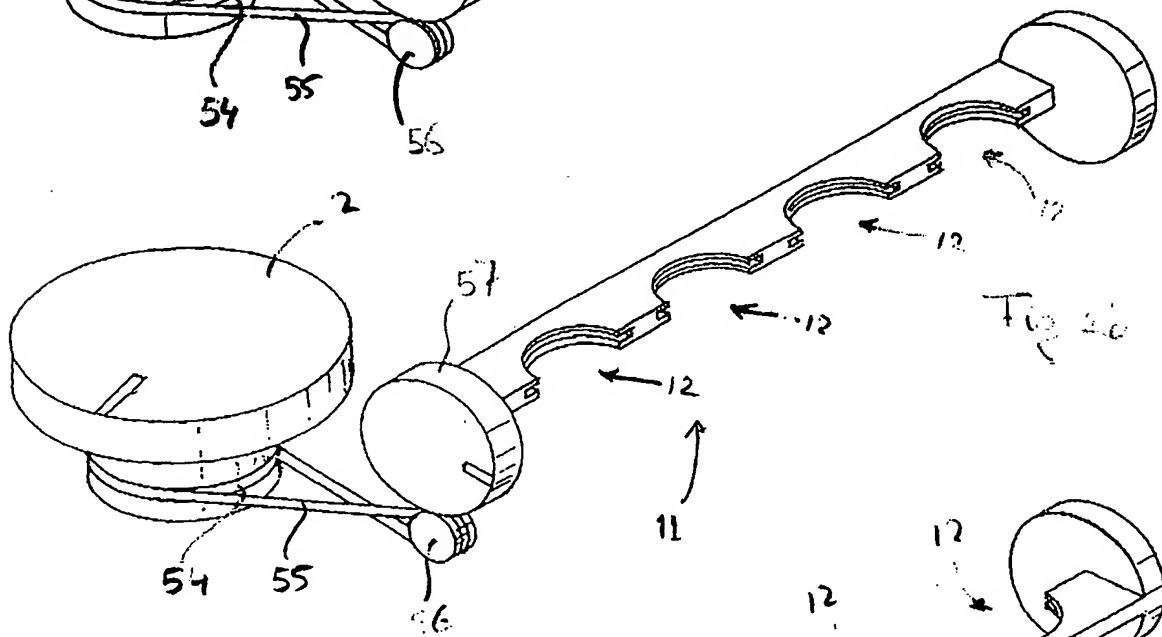
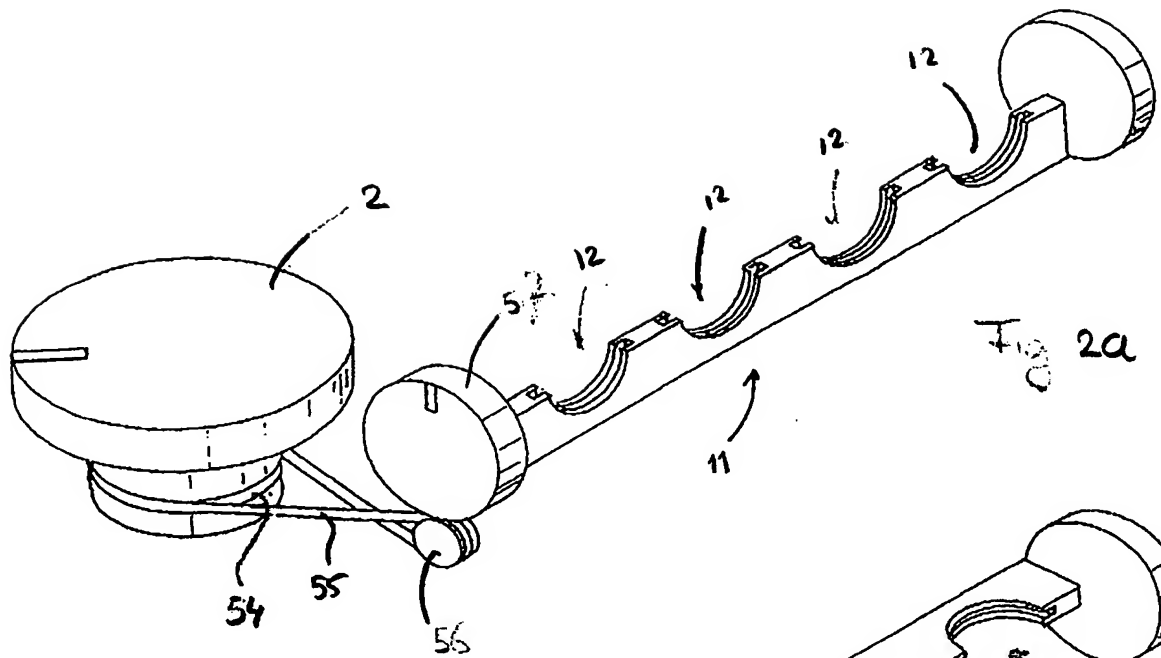
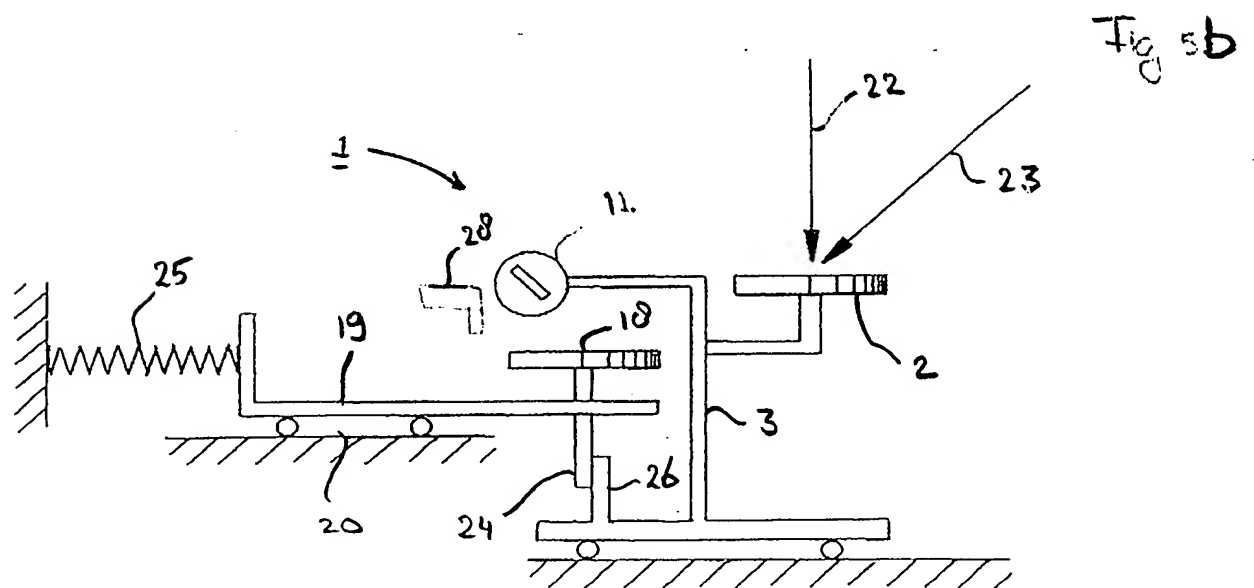
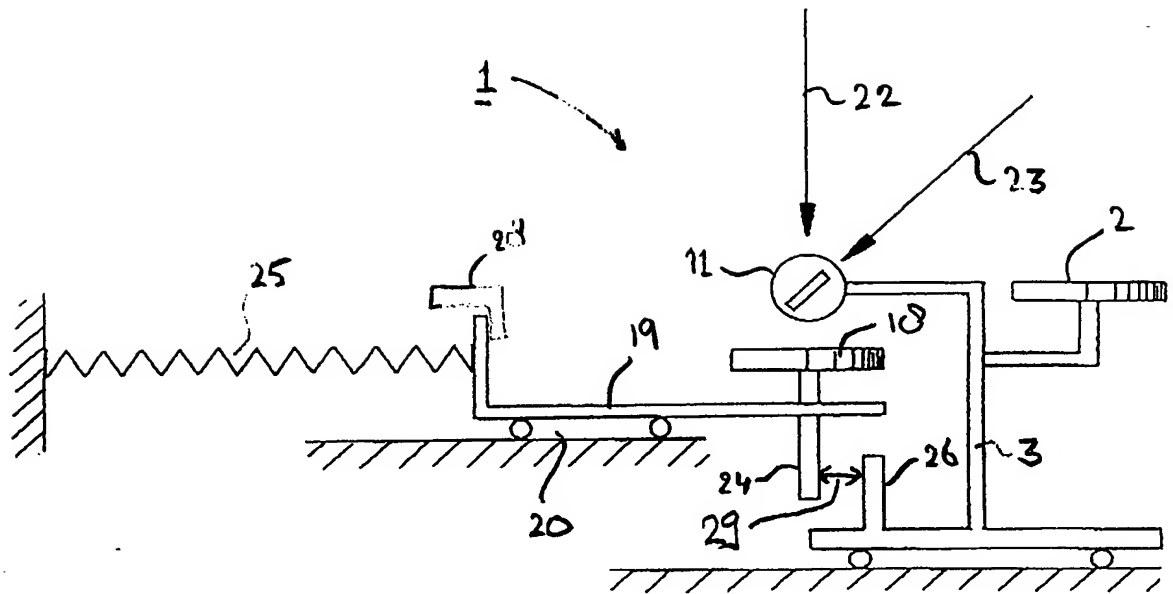


Fig 1





1022426

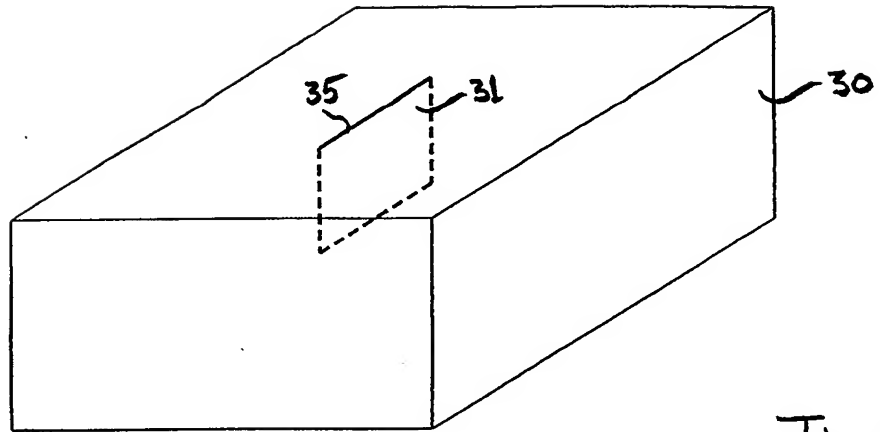


Fig 6

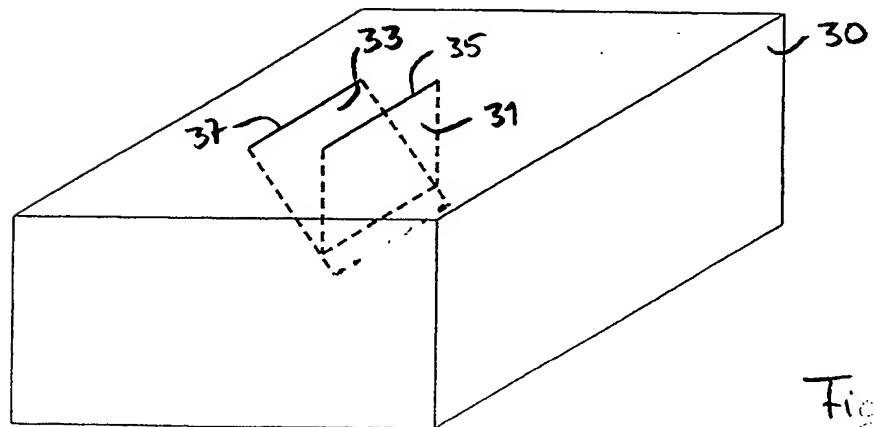


Fig 7

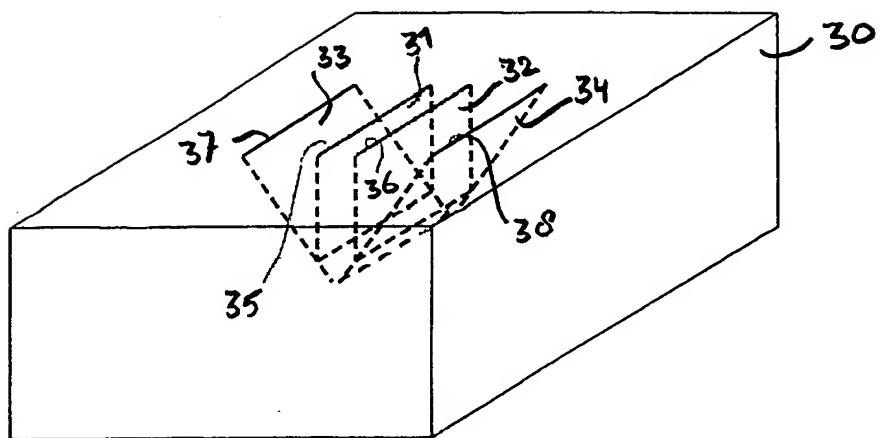


Fig 8

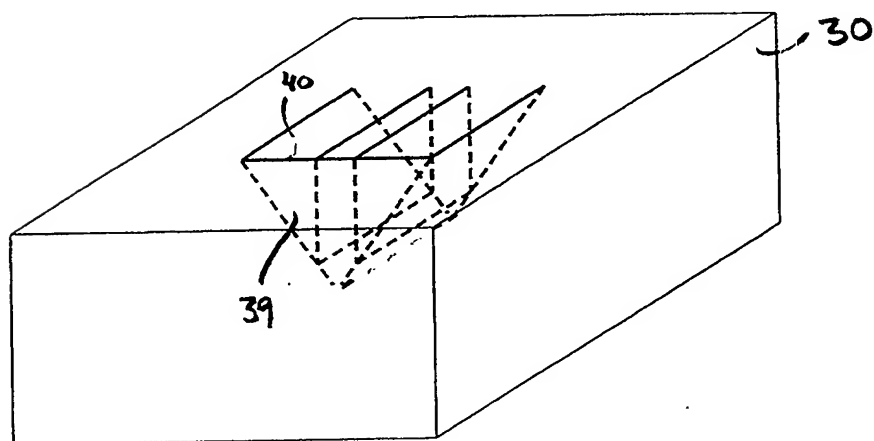


Fig 9

10-2420

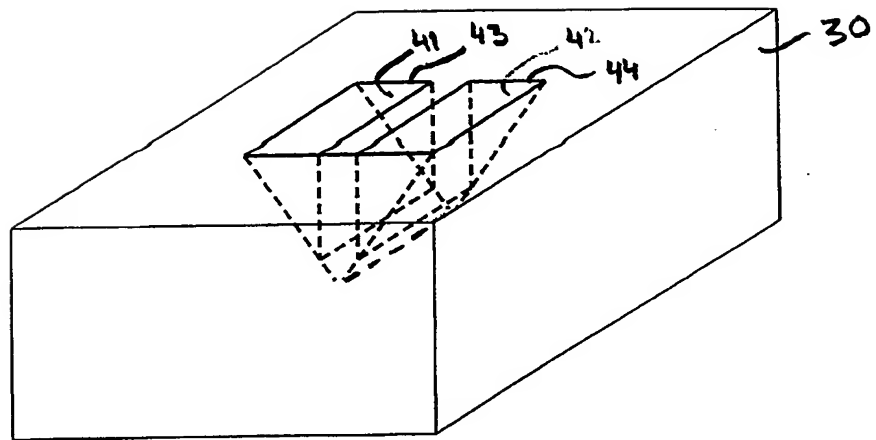


Fig 10

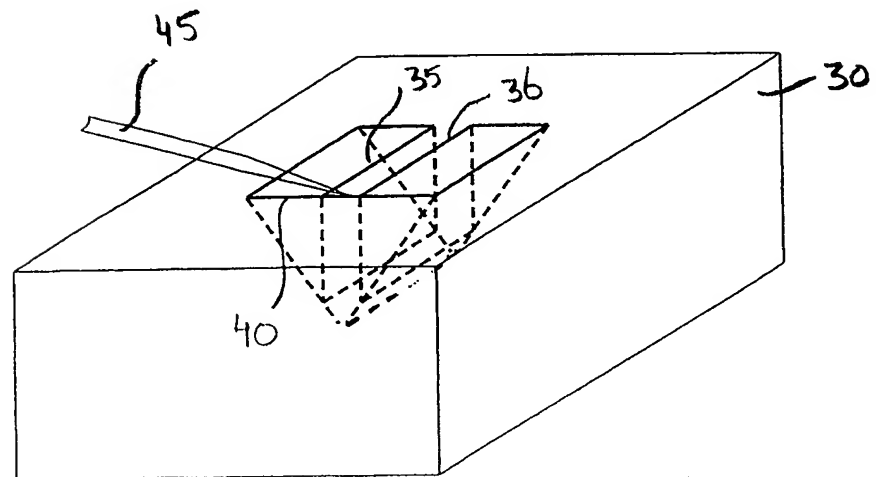


Fig 11

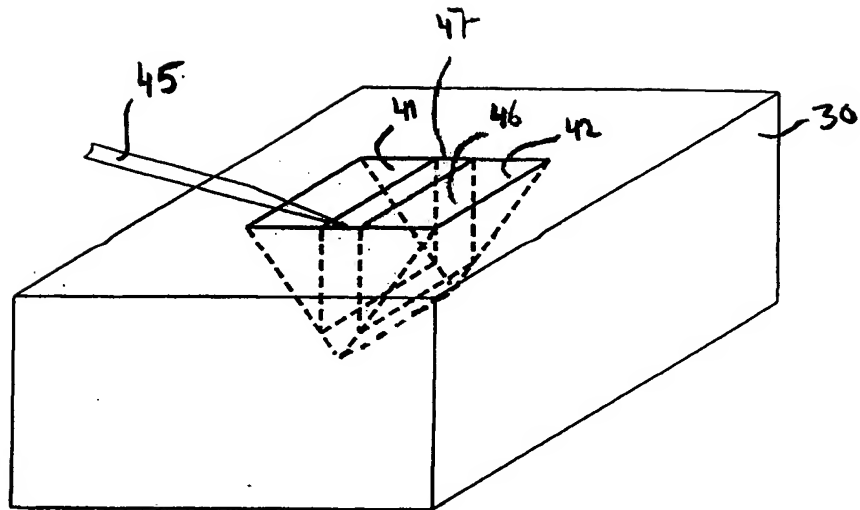


Fig 12

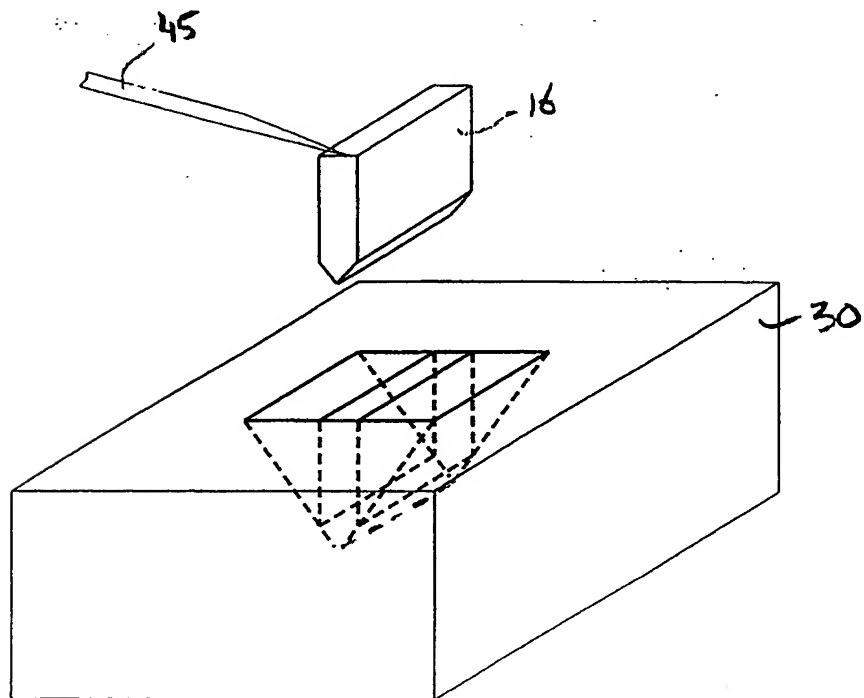


Fig 13

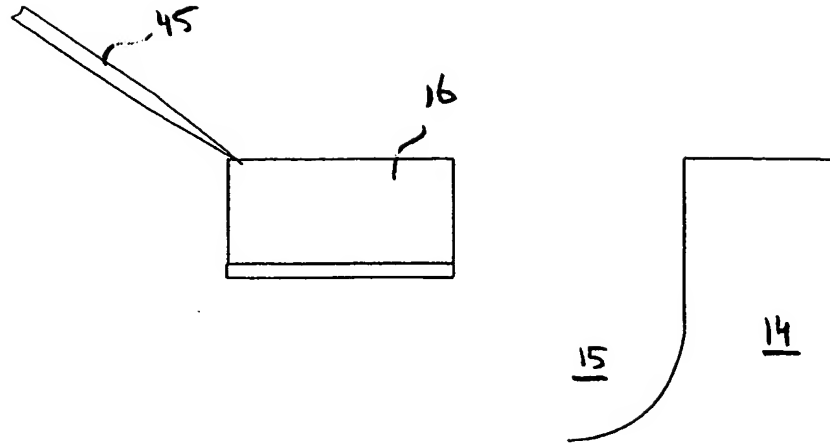


Fig 14

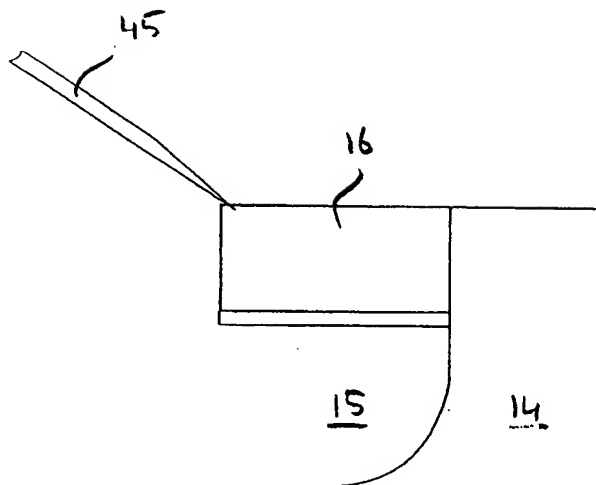


Fig 15

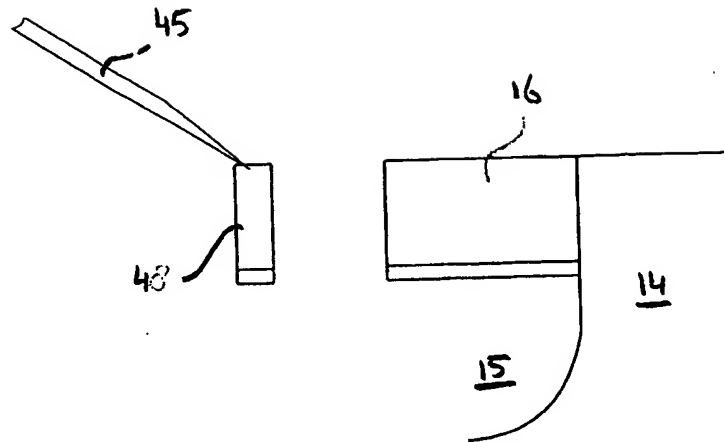


Fig 16

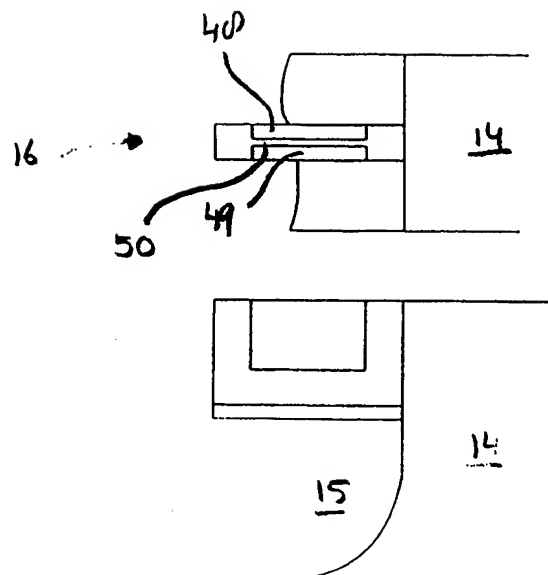


Fig 17a

Fig 17b